

Лекція 1.

Тема. Теоретичні основи моніторингу довкілля.

Мета. Ознайомлення з основними поняттями і принципами моніторингу довкілля. Розгляд ролі моніторингу довкілля в системі людської життєдіяльності.

План.

1. Поняття про моніторинг і моніторинг довкілля.
2. Сутність, об'єкти, методи і завдання моніторингу довкілля як галузі природоохоронної діяльності.
3. Становлення і розвиток моніторингу довкілля як галузі екологічної науки. Становлення міжнародного моніторингу.
4. Моніторинг як система спостережень за впливом антропогенних факторів на довкілля.
5. Моніторинг як система оцінювання і прогнозування майбутнього стану довкілля
6. Принципи організації моніторингу довкілля (організаційні, методологічні, технічні, фінансово-економічні).

Вступ. Існування людини та інших видів живої природи безпосередньо пов'язане з довкіллям та процесами, що відбуваються в ньому.

Інформація про стан довкілля потрібна у щоденному житті людей, в їх господарській діяльності, особливо цінна вона за надзвичайних ситуацій, під час яких динамічно змінюються події, доводиться оперативно приймати необхідні, часто нестандартні рішення.

Зміни у навколишньому середовищі відбуваються під впливом природних і антропогенних (зумовлених господарською діяльністю людини) біосферних факторів.

Стан біосфери, який безупинно, але повільно (впродовж тисячоліть, мільйонів років або геологічних епох) змінюється під впливом природних чинників – зміни температури і тиску, вологості повітря і ґрунту, сезонні зміни біомаси і тварин, – має тенденцію до самовідновлення.

Зміни під впливом антропогенних факторів відбуваються на тлі природних змін дуже швидко, залежно від їхніх масштабів та сили руйнівної дії. Інколи ці зміни можуть виявитися настільки істотними і необоротними, що природні екосистеми починають деградувати і перетворюватися на системи нижчого рівня із суворішими умовами для існування людини.

Отже, діяльність людини сьогодні є рушійною силою у формуванні показників стану довкілля. Тому пізнання змін під впливом антропогенних

факторів є дуже важливе. Спостереження за змінами в екосистемах, зумовленими антропогенними факторами, є **основною метою** моніторингу довкілля. Воно неможливе без виокремлення антропогенних процесів на фоні природних, для чого організують спеціальні спостереження за різноманітними параметрами біосфери, які змінюються внаслідок людської діяльності (екологічний моніторинг). Водночас спостереженням також підлягають усі природні процеси, що відбуваються в геологічному середовищі, атмосфері, поверхневих і підземних водах суходолу, морів та океанів, а також у космічному просторі.

Саме у спостереженні за довкіллям, оцінюванні його фактичного стану, прогнозуванні його розвитку полягає **сутність** моніторингу довкілля.

Зміст лекції.

1. Поняття про моніторинг і моніторинг довкілля.

Поняття “моніторинг” сьогодні в світовому товаристві розглядається як система спостережень за станом об'єкта вивчення, відображення динаміки змін, які відбуваються в ньому і прогнозу розвитку ситуацій.

За міжнародним стандартом (СТ ІСО 4225-80), **моніторинг** – це багаторазове вимірювання для спостереження за змінами будь-якого параметра в певному інтервалі часу; система довготривалих спостережень, оцінювання, контролювання і прогнозування стану і зміни об'єктів.

Цей термін було запропоновано напередодні проведення Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (Стокгольм, 5-16 червня 1972 р.). на противагу (або на доповнення) до терміну “контроль”. Термін увійшов до наукового обігу з англійської літератури, де його визначено як “контрольні спостереження”.

Від звичайного контролю моніторинг **відрізняється** тим, що він здійснюється не одноразово, а передбачає виконання постійних систематичних спостережень за встановленим регламентом або за певний, досить тривалий проміжок часу. Крім спостережень і отримання інформації, моніторинг передбачає і елементи **активних** дій, таких як оцінювання, прогнозування, розроблення рекомендацій, в даному випадку природоохоронних.

Моніторинг (від лат. monitor – той, що контролює, попереджує) **довкілля** – система спостереження і контролю за природними, природно-антропогенними комплексами, процесами, що відбуваються у них, навколишнім середовищем загалом з метою раціонального використання

природних ресурсів і охорони довкілля, прогнозування масштабів неминучих змін.

Об'єктами моніторингу довкілля, залежно від рівня та мети досліджень, можуть бути:

- навколишнє середовище на різних за розміром територіальних угрупованнях (локального, регіонального, національного, глобального рівня);
- його елементи (атмосферне повітря, поверхневі й підземні води, ґрунтовий і рослинний покриви, екосистеми, їх абіотичні і біотичні складові);
- джерела впливу на довкілля.

Для цих об'єктів розрізняють:

- моніторинг фізичних параметрів довкілля (температура, тиск, гігрометричні показники, швидкість руху повітря, сонячна радіація, іонізуюча радіація, акустичне та електромагнітне випромінювання);
- моніторинг хімічних параметрів довкілля (рН, вміст кисню, окиснюваність (к-сть кисню, еквівалентна витраті окисника на окиснення всіх органічних і мінеральних речовин), грубо дисперсні домішки, загальна сума водорозчинних речовин, сухий залишок, лужність (сумарний вміст основ: сильних, анілін, карбонат-, гідрокарбонат-, дигідрофосфат-, гідрофосфат, сульфід-, сульфід, гідросульфід-йон), кислотність, **хімічні забруднювачі** – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи та сполуки штучного походження, які надходять у біосферу й порушують природні процеси кругообігу речовин та енергії);
- мікробіологічний моніторинг довкілля (бактерії, віруси, грибки і т.п.).

Поняття моніторингу навколишнього середовища вперше було введено професором Р. Манном на Стокгольмській конференції ООН з навколишнього середовища в 1972 р., і в даний час отримало міжнародне поширення і визнання.

В СРСР одним з перших теорію моніторингу навколишнього середовища став розробляти Ю.А. Израель (президент Російської екологічної академії, є головою наукової ради "Глобальные экологические проблемы и мониторинг" Російської академії наук). Уточнюючи визначення моніторингу навколишнього середовища, він зробив акцент не тільки на спостереженні, але і на прогнозі, ввівши в визначення терміна «моніторинг навколишнього середовища» антропогенний фактор як основну причину цих змін. Моніторингом навколишнього середовища він називає систему спостережень, оцінки і прогнозу антропогенних змін стану навколишнього природного середовища.

Ю.А. Израель ввів ще одне важливе поняття – **еколого-аналітичний моніторинг**, яке використовується нарівні з терміном “екологічний моніторинг” і частиною якого є **“моніторинг хімічних параметрів”** – систематичне спостереження за хімічним забрудненням природних об’єктів і виявлення джерел забруднення.

2. Сутність, об’єкти, методи і завдання моніторингу довкілля як галузі природоохоронної діяльності.

Діяльність людства, яка постійно спрямована на видобуток і використання різних видів мінеральних ресурсів – палива, сировини для розвитку промисловості з метою генерування енергії та виробництва продукції, що забезпечує розвиток суспільства, тісно пов’язана із забрудненням навколишнього середовища. У середині ХХ ст. особливо активізувався розвиток науково-технічного прогресу, і антропогенний вплив почав зумовлювати глобальні, інколи незворотні наслідки.

Неприборкане прагнення суспільства до задоволення дедалі зростаючих потреб несумісне з можливостями природи до самовідновлення й безпечного розвитку. На сучасному етапі процеси деградації довкілля сягнули таких розмірів, що під загрозою опинилося саме існування населення планети Земля. Міжнародне співтовариство визнало той факт, що на межі третього тисячоліття різко загострилися глобальні та регіональні екологічні проблеми, відбуваються небезпечні глобальні перетворення в біосфері, котрі нерідко сягають меж, за якими може порушуватися стійкість екосистем. До головних чинників небезпек планетарного масштабу належать парникові гази, кислотні дощі, техногенні і природні катастрофи, накопичення відходів, забруднення водних ресурсів суходолу і Світового океану.

Визнання наростаючої екологічної небезпеки, що загрожує життю на планеті, охопило широкі верстви населення та державні структури, стало елементом внутрішньої і зовнішньої політики більшості держав світу, сформувало новий суспільний світогляд. Усвідомлення небезпеки стало поштовхом до пошуку раціональних шляхів порятунку.

Міжнародний союз охорони природи, що працює під егідою ООН з 1948 року, розробив Всесвітню стратегію охорони природи, яка дає людству шанс на повноцінне тривале збереження середовища існування.

На конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку «Планета Земля», що відбулася в 1992 р. у Ріо-де-Жанейро (Бразилія), голови та представники урядів із 179 країн світу ухвалили планетарну програму дій “Порядок денний на ХХІ століття” та Декларацію про навколишнє середовище та розвиток. У цих документах визначено, що для

забезпечення тривалого й поступального існування людства в умовах повноцінного природного середовища та гармонійних взаємин як усередині суспільств, так і між спільнотами магістральною метою є стратегія так званого **сталого розвитку**. Держави, які підписали цей документ (серед них і Україна), взяли на себе зобов'язання реалізовувати **збалансоване природокористування** – економічно сталий, соціально-спрямований і екологічно-відповідальний розвиток країни.

Один із найважливіших напрямів виходу на стратегію сталого розвитку – встановлення нормативів техногенного навантаження для певних регіонів та узгодження з ними масштабів усієї господарської діяльності для цих територій. Реалізація цього напрямку може бути успішною лише за умов створення єдиної системи комплексного моніторингу довкілля (СКМД) різних рівнів, яка забезпечить збирання та аналіз інформації про НПС і дозволить отримати відповідні прогностичні оцінки.

Зараз в Україні вдосконалюється концепція здійснення такого моніторингу на урядовому рівні, ухвалюються нормативні документи, які регламентують вимоги щодо створення мереж комплексного моніторингу довкілля та порядок його практичної реалізації.

В Україні загальні положення, які визначають поняття моніторингу довкілля, закріплено на законодавчому рівні.

Зокрема, **моніторинг навколишнього природного середовища** – синонім терміна “моніторинг довкілля”, МД, – це комплексні систематичні спостереження, збирання, аналіз і оцінка інформації про стан навколишнього природного середовища та факторів впливу на нього, прогнозування змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо дотримання вимог екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування. За допомогою моніторингу виявляються критичні ситуації, виділяються критичні фактори впливу і найбільш чутливі до впливу елементи біосфери.

З позиції державного управління МД – це інструмент для оцінки стану навколишнього природного середовища, а також підготовки даних для ухвалення адекватних управлінських рішень та подальшого інформування урядових, громадських і міжнародних організацій.

МД відіграє важливу роль для природоохоронної політики всіх держав світу, яка здійснюється відповідно до екологічних прогнозів. Він є джерелом інформації для суспільства про стан довкілля та тенденції його розвитку.

МД передбачає виконання таких **загальних завдань**:

— спостереження за факторами впливу на навколишнє природне середовище і за його станом;

- оцінювання фактичного стану довкілля;
- прогнозування стану навколишнього природного середовища і його оцінювання;
- дослідження стану біосфери, оцінювання й прогнозування її змін;
- визначення обсягу антропогенної дії на навколишнє природне середовище;
- встановлення факторів і джерел забруднення навколишнього природного середовища;
- виявлення критичних та екстремальних ситуацій, що порушують екологічну безпеку.

Необхідність виконання цих завдань зумовлює **структуру** моніторингу, яка формується з таких блоків: «Спостереження за довкіллям», «Оцінювання фактичного стану довкілля», «Прогнозування стану довкілля», «Оцінювання прогнозованого стану довкілля» (рис. 1.1).



Рис. 1. Блок-схема системи моніторингу

Блоки «Спостереження...» і «Прогнозування ...» тісно пов'язані між собою, оскільки прогнозування змін довкілля можливе лише за наявності достатньої інформації про його фактичний стан (прямий зв'язок). Прогнозування передбачає знання закономірностей змін стану природного середовища, наявність схеми і можливостей їх прогнозованого розрахунку, а також спрямованість прогнозу, яка значною мірою визначає структуру спостережень (зворотний зв'язок).

Отримані в результаті спостережень або прогнозу дані, які характеризують стан довкілля, оцінюють залежно від того, в якій сфері діяльності передбачається їх використання. Оцінювання передбачає з'ясування певних антропогенних впливів, вибір оптимальних умов для діяльності, визначення наявних екологічних резервів за умови знання допустимих навантажень на навколишнє середовище.

Система моніторингу може охоплювати локальні райони (**локальний і регіональний** моніторинги), окремі держави (**національний** моніторинг) і Землю загалом (**глобальний** моніторинг).

При виконанні своїх функцій моніторинг довкілля використовує різноманітні **методи отримання первинної і вторинної інформації**.

Для отримання **первинної інформації** використовують безпосередні спостереження на відповідних станціях, пунктах спостережень (стаціонарних, пересувних): метеорологічні, гідрологічні, океанічні, геофізичні, біологічні, фонові спостереження. Дані про стан довкілля отримують і за допомогою дистанційних засобів спостережень, зокрема внаслідок прямих спостережень із супутників Землі, вертикальних зондувань, фотографічних і геофізичних зйомок, а також геостаціонарних спостережень.

Для одержання об'єктивної інформації про стан та про забруднення різних об'єктів навколишнього середовища (атмосферного повітря, води, ґрунту тощо) потрібно мати надійні **методи аналізу**. Ефективність будь-якого методу аналізу оцінюється сукупністю таких показників, як селективність і точність визначення, відтворюваність отримуваних результатів, чутливість визначення, межі виявлення елемента й експресність виконання аналізу. Окрім того, методи мають забезпечувати проведення аналізу в широкому інтервалі концентрацій елементів (включаючи слідові). Це потрібно враховувати, вибираючи методи і засоби спостереження.

Вторинна інформація накопичується під час опрацювання даних, отриманих за допомогою первинної інформації. Результати фіксують у вигляді карт, таблиць, графіків. Для акумулювання й узагальнення інформації розроблені і функціонують комп'ютерні бази даних, поєднані з певними аналітичними засобами для роботи з просторовою інформацією, — **географічні інформаційні системи (ГІС)**. Отримані дані дають уявлення про стан довкілля та основні процеси, які в ньому відбуваються, за станом на певний поточний час.

Треба наголосити ще раз, що необхідним є дослідження середовища у динаміці, тобто оцінювання минулого, сучасного його станів, а також прогнозування змін його параметрів у майбутньому. Ці дані дають можливість спрогнозувати розвиток довкілля, передбачити критичні ситуації природного та техногенного характеру в майбутньому та вжити заходів для їх уникнення.

Для оброблення бази даних, оцінювання і прогнозування стану довкілля застосовують метод аналогій (досліджуваний об'єкт оцінюється відповідно до його типової моделі), емпіричне узагальнення (вивчення зв'язків між явищами і процесами об'єкта дослідження), моделювання (побудова фізичних, математичних, цифрових моделей), математичне і статистичне оброблення інформації.

Інформація про стан довкілля і тенденції змін є основою розроблення заходів з охорони природи, вона враховується і при плануванні розвитку економіки.

3. Становлення і розвиток моніторингу довкілля як галузі екологічної науки. Становлення міжнародного моніторингу.

На сучасному етапі розвитку людства охорона та раціональне використання навколишнього середовища є загальнопланетарною проблемою, для розв'язання якої необхідно об'єднати зусилля багатьох країн, а також різних наукових дисциплін (екології, біології, фізики, хімії, математики, інформатики, метрології, гідрології, кліматології, ґрунтознавства тощо) з формуванням єдиного понятійного базису, спектра науково-методичних і практичних підходів. Моніторинг довкілля як галузь екологічної науки також ґрунтується на загальноекологічних законах і взаємодіє з природничими, геологічними, географічними, а також технічними науками (рис. 1.2).



Рис. 2. Зв'язок моніторингу навколишнього середовища з іншими науками

Ця галузь природничої діяльності не може розвиватися без спеціально підготовлених фахівців, потребує системного підходу в обґрунтуванні мереж та видів спостережень, систематичності їх проведення та постійного вдосконалення методичного й технічного забезпечення.

Моніторинг довкілля як комплексна галузь знань послуговується загальнонауковими методами досліджень, але розробляє і власні методи аналізу, прогнозування стану екологічних систем і процесів, що в них відбуваються. На підставі дослідження зв'язків між процесами і складовими екосистем, впливу на них природних та антропогенних факторів моніторинг з'ясовує спільні закономірності функціонування, а також особливості стану екосистем, компонентів біосфери на різних просторово-територіальних рівнях.

Предметом моніторингу довкілля як науки є організація і функціонування системи моніторингу, оцінювання і прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних і антропогенних факторів.

Ця наука забезпечує здобуття нових знань про навколишнє середовище з використанням методів оцінювання і прогнозування стану його елементів (атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтового і рослинного покриву), розкриває їх взаємозв'язки і взаємовпливи.

Становлення моніторингу як науки розпочалося з інтенсивним розвитком суспільства, коли почала накопичуватися інформація екологічного спрямування, систематизувалися дані, аналізувалися зміни стану навколишнього природного середовища, зумовлені впливом природних факторів і діяльності людини. У ХХ ст. людина отримала змогу активно впливати на довкілля та користуватися новими ресурсами. Саме **поширенням антропогенного впливу на природу та її змінами** і було зумовлене становлення моніторингу довкілля як науки.

Моніторинг довкілля виник у II пол. ХХ ст. як науково-практичний напрям системної екології, завданням якої є встановлення критеріїв і виявлення меж стійкості екологічних систем.

Формуванню наукових основ сучасного моніторингу навколишнього середовища присвячені роботи російського географа-ґрунтознавця, академіка І. П. Герасимова (Герасимов, 1975, 1976) і російського геофізика, професора Ю. А. Израеля (Израель, 1984), в яких розроблені основні принципи формування системи екологічного моніторингу, а також частково відображені міжнародні аспекти глобальної системи моніторингу.

Найдавніші письмові пам'ятки, які свідчать, що спостереження за довкіллям були важливою умовою розвитку суспільства, залишили єгиптяни, греки та, практично, всі народи, які мали писемність. Так, Гіппократ (прибл. 460-370 до н. е.) у своєму трактаті «Про повітря, воду і місцевість» (прибл. 390 р. до н.е.) розглядав вплив навколишнього середовища на здоров'я людини. Деякі факти і трактування екологічного спрямування висвітлено у праці Арістотеля (384-322 рр. до н.е.) «Про виникнення тварин» (прибл. 340 р. до н.е.). Теофраст Ерезійський (371-280 рр. до н.е.) наводить відомості про своєрідність рослин, що зростають у різних умовах, залежність їх форм та особливостей від ґрунту і клімату.

Ідея створення природоохоронної організації була висунута **вперше** на VIII Всесвітньому зоологічному конгресі, який проходив у 1910 р. у Відні, і підтримана учасниками Бернської міжурядової конференції з охорони природи (листопад 1913 р., 17 держав-учасників), де був прийнятий акт про

створення Консультативної комісії з питань міжнародної охорони природи і сформульовано проблему необхідності спеціального захисту благ природи. Однак Перша світова війна завадила створенню міжнародної спеціальної організації, і тільки у 1923 р. у Франції на I Міжнародному конгресі з питань охорони середовища була прийнята резолюція про створення Консультативної комісії. З 1948 року під егідою ООН почав працювати Міжнародний союз охорони природи, який розробив Всесвітню стратегію охорони природи.

До 60-х років минулого століття відбулося близько 500 міжнародних конференцій, так чи інакше присвячених проблемам екології.

Перші пропозиції з нагоди створення системи моніторингу довкілля були розроблені експертами спеціальної комісії SCOPE (науковий комітет з проблем навколишнього середовища Міжнародної ради наукових союзів) у 1971 р. Теоретично обґрунтував її американський вчений Р. Манн, який розглядав моніторинг як систему контролю за навколишнім середовищем, що охоплює спостереження за його станом, визначення можливих змін і розроблення заходів з управління довкіллям. Основні елементи моніторингу як системи, вперше описані у роботі Р. Манна (1973р.).

5 червня 1972 року у Стокгольмі відкрилася міжнародна конференція, присвячена довкіллю, де було прийнято Декларацію принципів і План заходів з охорони довкілля.

27 сесія Генеральної Асамблеї ООН у 1972 р. прийняла низку резолюцій та утвердила новий орган ЮНЕП (UNEP) – Програма ООН по довкіллю.

У період з 1972 по 1974 рік (SCOPE) виробив і запропонував ідею **глобального моніторингу**. Сутність концепції глобального моніторингу полягає в необхідності здійснення повторних спостережень за елементами навколишнього середовища в просторі і часі з певною метою за конкретними програмами.

На основі цієї концепції виникли різноманітні підсистеми моніторингу довкілля: моніторинг приземного й верхнього шарів атмосфери; моніторинг атмосферних опадів; моніторинг гідросфери (поверхневих вод суші, вод океанів, морів і підземних вод); моніторинг літосфери (передусім ґрунту); кліматичний моніторинг; моніторинг озонового шару; моніторинг океану; геофізичний моніторинг; фізичний моніторинг, біогеохімічний моніторинг.

Детальне обговорення основних завдань моніторингу, а також різноманітних аспектів, пов'язаних з обґрунтуванням та реалізацією систем моніторингу, відбулось на міжнародному симпозіумі з комплексного глобального моніторингу забруднення навколишнього природного середовища в Ризі у грудні 1978 р.

У 1983 р. була скликана 38 сесія Генеральної Асамблеї ООН, на якій створено Міжнародну комісію з навколишнього середовища. У 1986 р. Секретаріат ООН з навколишнього середовища, послуговуючись розробками Р. Манна, видав «Довідник з екологічного моніторингу», який містить методики і програми моніторингу для країн, що розвиваються. Запропоновані системи моніторингу ґрунтуються на природничо-наукових дослідженнях і передбачають:

- виявлення і дослідження природних ресурсів, які забезпечують виробництво продуктів харчування (моніторинг клімату, рельєфу, ґрунтів, рослинності, популяцій);
- дослідження природних умов (моніторинг ерозії ґрунтів, твердого стоку).

На основі оцінки експертів у 1987 році комісія підготувала перше фундаментальне дослідження «Наше спільне майбутнє» Його тематика: глобальна переорієнтація суспільно-політичного, економічного та культурного розвитку, здійснення для цього відповідних національних і загальнопланетарних проектів.

Розвинуті країни **запровадили моніторинг** довкілля в 60–70-ті роки ХХ ст., використовуючи системи спостереження і контролю за станом його окремих елементів. Їх розроблення було започатковане у 30-ті роки з метою контролювання природного середовища на великих водних об'єктах (визначали лише головні йони і біогенні елементи), а згодом (50–70-ті роки ХХ ст.) їх використовували і для спостережень за радіоактивним забрудненням природи, забрудненням атмосферного повітря і водних об'єктів.

Моніторинг довкілля в усіх розвинутих країнах здійснюється по-різному, з урахуванням **національних особливостей**, але на основі рекомендацій ООН. Основою національних моніторинрів країн СНД є геофізичний підхід – проведення спостережень за станом певних середовищ (атмосфери, ґрунтів, водних ресурсів) біосфери.

Контроль за станом довкілля в Україні, як і в більшості країн, було розпочато у 30-ті роки ХХ ст. на кількох водних об'єктах. Однак кількість контрольованих інгредієнтів була незначною. У 50-ті роки гідрометеослужба СРСР почала відстежувати радіоактивне забруднення природного середовища, а з 1963 р. — забруднення повітря і водних об'єктів. У 1972 р. було організовано загальнодержавну службу спостереження і контролю за забрудненням природного середовища, сформовану з підсистем, які відстежували забруднення атмосферного повітря, вод суші, морів і океанів, ґрунтів, фонового забруднення різних середовищ (біосфери, заповідних

територій) на регіональних і базових станціях. Організація такої служби була зумовлена інтенсивним розвитком народного господарства, внаслідок чого посилювалося забруднення довкілля.

В 1992 році в Україні розпочалося розроблення і впровадження системи екологічного моніторингу відповідно до “Закону про охорону навколишнього середовища” та “Положення про державний моніторинг навколишнього середовища”.

4. Моніторинг як система спостережень за впливом антропогенних факторів на довкілля.

Для аналізу та прогнозування розвитку екологічної ситуації у глобальному і регіональному масштабах необхідні знання різноманітних геофізичних процесів, антропогенних ефектів, а також факторів, що їх спричинюють. Вивчення й оцінювання негативних наслідків антропогенних дій з метою попередження або зменшення збитків є однією із найважливіших умов організації економіки, гарантування екологічної безпеки.

Спостереження у межах системи моніторингу за дією основних антропогенних факторів і процесів, які вони зумовлюють, групують за такими напрямками:

1. Спостереження за локальними джерелами забруднення і забруднюючими факторами. Вони здійснюються на територіях окремих об'єктів (підприємств, населених пунктів, ділянок ландшафтів тощо) у формі контролювання кількісного й якісного складу забруднюючих речовин, що містяться у викидах і скидах, місцях їх зберігання. Спостереженням за **факторами впливів** (головним чином антропогенних – різноманітних забруднювальних речовин, випромінювань тощо) потрібно приділити найбільшу увагу.
2. Спостереження за станом навколишнього природного середовища. Зосереджені такі спостереження на відстежуванні геофізичних (природні явища катастрофічного характеру: вулкани, землетруси, ерозії, цунамі), фізико-географічних (розподіл суші і води, рельєф, природні ресурси, народонаселення, урбанізація), геохімічних (кругообіг речовин, хімічні, шумові забруднення атмосфери), хімічних (хімічний склад атмосферних домішок природного й антропогенного походження, опади, поверхневі і підземні води, ґрунт, рослини, основні шляхи поширення забруднювачів) явищ, процесів і змін з фіксуванням відповідних даних. Важко проаналізувати стан середовища і виявити причини змін у ньому без досконалого вивчення факторів впливу.

3. Спостереження за станом біотичної (живої) складової біосфери. У їх процесі відстежують реакції біоти на різні фактори впливів і змін станів навколишнього середовища, тобто реакції окремих організмів, популяцій, або угруповань. До цих спостережень належать спостереження за відгуком (оборотні зміни) і наслідками (необоротні зміни) в біоті. Можливі спостереження за функціональними та структурними біологічними ознаками. До функціональних ознак можна віднести, наприклад, приріст біомаси за одиницю часу, швидкість поглинання різноманітних речовин рослинами і тваринами; до структурних – чисельність видів рослин і тварин, загальну біомасу. Ці спостереження повинні бути організовані на різних рівнях – окремого виду і популяції, угруповання і екосистеми.

4. Спостереження за реакцією великих систем (клімату, Світового океану, біосфери в цілому). Ці спостереження вимагають спеціальних узагальнень і оцінок.

5. Спостереження за станом здоров'я та добробуту населення. Цей напрям є не менш важливим, ніж інші. Через велику складність і малу дослідженість впливу довкілля на людину, повне комплексне обстеження є задачею дуже складною і досі не вирішеною в повному обсязі.

Для встановлення динаміки змін стану біосфери заміри повторюють через певні проміжки часу, а важливі показники відстежують безперервно. Система спостережень може полягати в організації замірів у конкретних точках (на станціях) або на обширній території й отриманні інтегральних показників. Часто ефективним є комбіноване використання обох підходів.

Для спостережень важливо знати початковий (фоновий) стан середовища, тобто стан, який підтримувався до суттєвого втручання людини. Його можна частково відновити за результатами тривалих спостережень, а також за даними аналізу складу донних відкладень, льодовикових шарів, кілець деревини, які належать до періоду, що передував відчутному впливу людини на навколишнє середовище.

5. Моніторинг як система оцінювання і прогнозування майбутнього стану довкілля.

Оцінювання змін стану навколишнього природного середовища дає змогу визначити можливі збитки, спричинені природними й антропогенними діями, з'ясувати оптимальні умови людської діяльності, а також додаткові природні можливості, якими може скористатися людина.

Унаслідок антропогенних впливів довкілля може зазнати екологічних, економічних та естетичних збитків.

Екологічні збитки визначають на основі аналізу відхилень від допустимого стану екосистеми, угруповання, популяції під впливом певної дії. Економічні збитки з'ясовують, встановлюючи кількість коштів, які необхідні для подолання наслідків негативного впливу. Естетичними збитками є погіршення зовнішнього виду рослин, будівель, пам'яток архітектури.

Допустиме екологічне навантаження не спричиняє негативних наслідків, змін у живих організмах і не погіршує якості природного середовища.

Для оцінювання стану навколишнього природного середовища, з урахуванням змін антропогенного характеру, необхідно вміти, з одного боку, визначати можливі збитки від природного та антропогенного впливу, а з іншого – вміти впізнавати додаткові природні можливості самовідновлення для використання їх в інтересах людини. Для цього потрібно знати величину гранично допустимих навантажень (ГДН) на середовище та екологічний резерв даної екосистеми.

При оцінюванні стану навколишнього середовища використовують такі критерії:

- 1) гранично допустимі концентрації забруднювачів – максимальна концентрація речовини в навколишньому середовищі (НС), яка не впливає на організм людини і не зумовлює віддалених мутагенних і канцерогенних наслідків. Цим критерієм послуговуються при оцінюванні допустимої кількості діючої речовини у середовищі;
- 2) гранично допустимі дози (кількість шкідливої речовини, дія якої не викликає згубної дії на організм, екосистему). Аналіз ситуації за цими параметрами дає змогу з'ясувати допустимий ефект дії;
- 3) гранично допустимі викиди речовин в атмосферу, гранично допустимі скиди шкідливих речовин у водні об'єкти. Їх встановлюють для кожного джерела забруднення атмосфери, водного об'єкта з метою оцінювання його інтенсивності;
- 4) гранично допустиме антропогенне навантаження (зумовлене людською діяльністю навантаження на навколишнє природне середовище, тривалий вплив якого не призведе до зміни екосистем). За цим критерієм встановлюють допустиме екологічне навантаження на довкілля.

Найпоширенішим критерієм оцінювання якості складових природного середовища (атмосферного повітря, прісних і морських вод, ґрунтів) є **гранично допустимі концентрації (ГДК)** шкідливих речовин. Уперше рівні ГДК для забруднювачів основних компонентів біосфери були розроблені у 30-ті роки ХХ ст. Порівняно недавно розпочато встановлення ГДК токсичних речовин для ґрунтів.

Загальною тенденцією є постійне розширення переліку ГДК шкідливих неорганічних та органічних речовин, сполук. Сьогодні довкілля забруднюють більше ніж 7 тис. хімічних сполук, що виділяються в процесі промислового виробництва, багато з яких — токсичні, мутагенні й канцерогенні.

Прогнозування стану довкілля в майбутньому є однією з функцій системи моніторингу. Усі прогнози мають ймовірнісний характер і ґрунтуються на даних про стан навколишнього природного середовища на певний момент часу і в минулому. За масштабом усі прогнози поділяють на глобальні (всесвітні), регіональні (для певних регіонів) та локальні (місцеві).

У системі моніторингу найчастіше використовують такі методи прогнозування:

— **експертне оцінювання**. Сутність його полягає в отриманні і спеціалізованому обробленні прогнозних оцінок об'єкта через опитування висококваліфікованих фахівців (експертів) у певній сфері науки, техніки, виробництва. Оцінки експертів суттєво підвищують надійність прогнозів, отриманих за допомогою інших методів прогнозування;

— **екстраполяція** (поширення висновків, отриманих унаслідок спостереження за однією частиною явища, на іншу частину) та **інтерполяція** (встановлення проміжних значень об'єкта на підставі деяких відомих його значень). Ці методи ефективні при короткостроковому прогнозуванні стосовно об'єкта, який тривалий час розвивався рівномірно без значних відхилень. Ґрунтуються вони на вивченні кількісних і якісних параметрів досліджуваного об'єкта за попередні роки з подальшим логічним продовженням, окресленням тенденцій його розвитку у прогнозованому періоді;

— **моделювання**. Метод полягає у побудові моделей, які розглядають з урахуванням імовірної або бажаної зміни прогнозованого явища на певний період, користуючись прямими або опосередкованими даними про масштаби та напрями змін.

Особливість прогнозування стану довкілля полягає в тому, що в більшості випадків доводиться оперувати ймовірнісними та випадковими складовими розвитку процесів. Це зумовлює необхідність постійного вдосконалення його методології, уточнення інформаційної системи, оптимізації системи спостережень тощо.

1.6. Принципи організації моніторингу довкілля (організаційні, методологічні, технічні, фінансово-економічні).

Організація моніторингу — надзвичайно складне багатопланове завдання. Складність моніторингу навколишнього середовища полягає в

тому, що воно має **двоїтий характер**: складається з природних та техногенних систем. Крім того, антропогенні дії на біосферу розподілені на земній кулі дуже нерівномірно. З одного боку, існують зони, де техногенного впливу майже немає (центральна частина Антарктиди, південна частина Південного океану, заповідники на різних континентах), з іншого — в окремих місцях земної кулі антропогенний вплив досяг такого рівня, що й первинні екосистеми, рельєф, навіть характер місцевості змінені повністю (райони інтенсивного розвитку промисловості, особливо відкритих розробок копалин, райони інтенсивного ведення сільського господарства, урбанізовані території). У природних середовищах таких районів у великих кількостях з'явилися домішки хімічних речовин, яких немає в природі при її природному розвитку.

Основне завдання полягає в організації моніторингу на різних ділянках земної поверхні з урахуванням чергування цих різних за характером техногенного (антропогенного) навантаження місцевостей. Вирішити це завдання можна різними методами, що ґрунтуються на окремих вимірюваннях деяких характеристик забруднення біоти та її реакцій і на безперервних вимірюваннях інтегральних показників на значних територіях, які мають здійснюватися на підставі єдиної методології.

Методики спостережень за об'єктами довкілля мають бути максимально наближені до рекомендацій Міжнародної програми співробітництва з комплексного моніторингу довкілля (МПС/КМ), підтриманої більшістю країн Європи. Згідно з цією програмою, основною метою комплексного моніторингу природного середовища є визначення і прогнозування стану екосистем з урахуванням місцевих ландшафтно-геохімічних умов, змін клімату і впливу техногенних джерел забруднювачів.

Структура моніторингу має бути організована так, щоб постійно відповідати принципу Ле-Шательє, а саме: якщо на систему, яка перебуває у стані рівноваги, чиниться якийсь вплив, що порушує цю рівновагу, то в ній треба викликати процеси, які прагнуть повернути її до попереднього стану.

Система моніторингу ґрунтується на **принципах**:

- системності спостережень за станом об'єкта;
- своєчасності отримання й обробки даних спостережень на об'єктовому й узагальнюючих (місцевому, регіональному та державному) рівнях;
- комплексності використання моніторингової інформації;
- об'єктивності первинної, вторинної, аналітичної й прогнозної інформації;
- узгодженості нормативного, організаційного і методичного забезпечення на різних рівнях;

— оперативності доведення моніторингової інформації до зацікавлених організацій.

Складовими частинами моніторингу навколишнього природного середовища є моніторинг окремих його природних **об'єктів (підсистем)**: атмосферного повітря, вод суходолу, акваторії морської зони, геологічного середовища, земель, біологічного різноманіття, лісів, фізичних полів і техногенних відходів тощо.

У кожній підсистемі моніторингу природного середовища та їхніх складових мають здійснюватися спостереження, аналіз та оцінка фактичного і прогнозного станів об'єктів моніторингу, а також рівнів їх забруднення та ступеня небезпеки для природного середовища та людини.

Моніторингові спостереження в підсистемах здійснюються в різних країнах різними видами моніторингу, серед яких виокремлюють: аерокосмічний, біологічний, геодезичний, гідрологічний, гідрофізичний, гідродинамічний, гідрогіологічний, гідрохімічний, гідробіологічний, геофізичний, інженерно-геологічний, літологічний, метеорологічний, мікробіологічний, санітарно-епідеміологічний, радіаційний, сейсмологічний, хімічний тощо. Зокрема, спостереження за неземними джерелами впливів на довкілля (сонячне радіаційне випромінювання, потоки космічних частинок, метеорні потоки тощо), на які не поширюється дія людини, ведуть спеціальні геліогеофізичні та астрономічні служби деяких розвинених країн за спеціальними науковими програмами. Зараз уже накопичено достатньо даних щодо впливу цих факторів на процеси, які відбуваються в атмосфері, гідросфері та біосфері Землі. Спостереження за катастрофічними природними явищами (землетруси, урагани, виверження вулканів, посухи тощо) активно ведуть у багатьох країнах світу відповідні геофізичні служби, постійно вимірюючи відповідні параметри, які характеризують миттєві зміни стану середовища.

Метрологічне забезпечення систем державного моніторингу навколишнього природного середовища здійснюється в окремих країнах відповідно до чинного законодавства цих країн про забезпечення єдності вимірювань та за міжурядовими угодами.

Матеріально-технічне забезпечення систем моніторингу навколишнього природного середовища охоплює комплекс заходів щодо оснащення мереж спостережень і аналітичних лабораторій органів державної виконавчої влади, пунктів спостережень підприємств, установ та організацій, що здійснюють державний моніторинг навколишнього природного середовища, необхідними приладами, обладнанням, устаткуванням і транспортними засобами, а також забезпечення необхідними електронно-

обчислювальними засобами, оргтехнікою і програмами. Воно здійснюється органами державної виконавчої влади, підприємствами, установами й організаціями, що провадять державний моніторинг навколишнього природного середовища.

Фінансування робіт з реалізації моніторингу навколишнього середовища здійснюється відповідно до порядку фінансування природоохоронних заходів за рахунок коштів, передбачених у державному та місцевих бюджетах країн згідно із законодавством.

Покриття певної частини витрат на створення, удосконалення й забезпечення функціонування компонентів системи моніторингу може здійснюватися за рахунок інноваційних фондів у межах коштів, передбачених на природоохоронні заходи, коштів міжнародних організацій, які беруть участь у виконанні міжнародних екологічних програм, міжнародних грантів, коштів організацій, які залучаються суб'єктами системи моніторингу до виконання програм моніторингу, та інших джерел фінансування.

Суб'єктами системи моніторингу довілля в різних країнах є міністерства та відомства, на які державними нормативно-правовими актами покладається здійснення функцій з моніторингу об'єктів навколишнього природного середовища.

Пріоритетні завдання суб'єктів моніторингу визначаються державною та регіональними програмами моніторингу.

Взаємовідносини суб'єктів ґрунтуються:

- на координації дій під час планування, організації та проведення спостережень та спільних заходів з моніторингу;
- взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів;
- ефективному використанні наявних організаційних структур, засобів спостережень та сучасних інформаційних технологій;
- сприянні ефективному розв'язанню спільних завдань моніторингу та екологічної безпеки;
- відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність даних спостережень та інформації, що надається;
- колективному використанні інформаційних ресурсів;
- безкоштовному інформаційному обміні.

Послідовне виконання всього циклу моніторингу має визначатись і плануватись з урахуванням інформаційних потреб та специфіки наявної екологічної ситуації.

Висновки.

1. Моніторинг довкілля – це система спостереження і контролю за природними, природно-антропогенними комплексами, процесами, що відбуваються у них, навколишнім середовищем загалом з метою раціонального використання природних ресурсів і охорони довкілля, прогнозування масштабів неминучих змін. Моніторинг передбачає і елементи активних дій – оцінювання, прогнозування, розроблення природоохоронних рекомендацій.

2. Об'єктами моніторингу довкілля є:

- 1) навколишнє середовище;
- 2) його елементи (атмосферне повітря, поверхневі й підземні води, ґрунтовий і рослинний покриви, екосистеми, їх абіотичні і біотичні складові);
- 3) джерела впливу на довкілля.

3. При виконанні своїх функцій як галузь природоохоронної діяльності моніторинг довкілля використовує різноманітні методи отримання первинної і вторинної інформації.

4. Моніторинг довкілля як галузь екологічної науки забезпечує здобуття нових знань про навколишнє середовище з використанням методів оцінювання і прогнозування стану його елементів, розкриває їх взаємозв'язки і взаємовпливи.

5. Спостереження у межах моніторингу за дією основних антропогенних факторів групують за такими напрямками:

- 1) спостереження за локальними джерелами забруднення і забруднюючими факторами;
- 2) спостереження за станом навколишнього природного середовища;
- 3) спостереження за станом біотичної (живої) складової біосфери;
- 4) спостереження за реакцією великих систем;
- 5) спостереження за станом здоров'я та добробуту населення.

6. Суб'єктами системи моніторингу довкілля є міністерства та відомства, на які державними нормативно-правовими актами покладається здійснення функцій з моніторингу об'єктів навколишнього природного середовища. Пріоритетні завдання суб'єктів моніторингу визначаються державною та регіональними програмами моніторингу.

Література

1. Клименко М.О. Моніторинг довкілля: підручник / Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.М. – К.: Академія, 2006. – 360 с.

2. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.]; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 232 с.

3. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навч. Посібник / В.М. Ісаєнко, Г.В. Лисиченко, Т.В. Дудар [та ін.]. – К.: Вид-во Нац. Авіа. Ун-ту "НАУ-друк", 2009. – 312 с.

4. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля: Навч. посібник. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. – Львів: "Новий Світ-2000", 2013. – 589 с.

5. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія природного середовища: Підручник / Б.Й. Набиванець, В.В.Сухан, Л.В.Калабіна. – К.: Либідь, 1996.– 304 с. – ISBN 5-325-00657-6.

6. Лялюк О.Г. Моніторинг довкілля: навчальний посібник / Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 140 с.

7. Кубланов С.Х. Моніторинг довкілля: навчально-методичний посібник / Кубланов С.Х., Шпаківський Р.В. – К., 1998. – 92 с.

Запитання.

1. Становлення і розвиток системи моніторингу довкілля на міжнародному рівні.

2. Методи отримання первинної і вторинної інформації у системі моніторингу довкілля.

3. Загальне поняття і суть моніторингу довкілля. Об'єкти моніторингу.

4. Завдання і структура моніторингу довкілля як галузі природоохоронної діяльності.

5. Становлення моніторингу довкілля як галузі екологічної науки.

6. Напрями спостережень за впливом антропогенних факторів на довкілля в системі моніторингу.

7. Моніторинг як система оцінювання і прогнозування майбутнього стану довкілля.

8. Принципи організації моніторингу довкілля.